

Точка зору

ЄВРОПЕЙСЬКІ НОРМИ НА ЦЕМЕНТ І БЕТОН ОСОБЛИВОСТІ, ПЕРЕВАГИ ТА РИЗИКИ

EUROPEAN STANDARDS FOR CEMENT AND CONCRETE FEATURES, ADVANTAGES, AND RISKS

Впровадження євростандартів у будівельну галузь України є актуальною проблемою сьогодення і пояснюється нагальною необхідністю міжнародного співробітництва та окремими суттєвими перевагами європейських норм над національними стандартами. Зокрема, використання європейських норм на цемент EN197-1 створює передумови для гармонізації методів оцінки властивостей цементів, бетонів і залізобетонних конструкцій та більш обґрунтованого їх застосування як для проектування і регулювання складів бетону, так і розроблення конструкцій. При правильному розумінні та об'єктивному підході до проблеми це дасть суттєвий економічний ефект і підвищить надійність будівель та споруд.

Одночасно, є певні непорозуміння у використанні цих стандартів, що унеможлиблює їх застосування у наявній формі для виробництва бетонів, будівельних розчинів та залізобетонних конструкцій. Зокрема, фундаментальні європейські норми на цемент EN197-1 виявляються непридатними для ефективного використання виробниками бетону, а EN206-1 – будівельниками. Пояснюється це тим, що розробники нормативних документів, детально врахувавши всі проблеми виробників, не взяли до уваги будівельно-технічні властивості матеріалів та умови споживача. Можливо, отримуючи фінансування від виробників, розробники свідомо не включили до норм окремі важливі властивості матеріалів та методи їх контролю. Певні труднощі пов'язані з національними особливостями країн-учасниць Євросоюзу та прийнятою у них науковою термінологією. Наприклад, забезпечити споживачеві обсяг виборки для оцінки якості цементів і бетонів для певної партії конструкції практично неможливо, хоча у виробника він більш ніж достатній. А покладатись на результати випробовувань виробника недоцільно хоча б тому, що не завжди вони об'єктивні та й за конструкцію відповідає її виробник. Аналогічна або ще гірша ситуація з властивос-



М.Ш. Файнер
голова НВФ «Композит»,
заслужений винахідник
України, д.т.н., м. Чернівці

There is an urgent need for international cooperation and some significant advantages of European standards over Ukrainian ones. In particular, the use of European standards for cement EN197-1 facilitates harmonizing methods for evaluating the properties of cement, concrete, and reinforced concrete structures and for using them more reasonably for concrete proportioning regulation, as well as for structure design. With proper understanding and objective approach to the subject matter, it will have significant economic benefits and improve the reliability of buildings and structures.

At the same time, there is some confusion in the implementation of these standards, which prevents use of their current form for the production of concrete, mortars, and reinforced concrete structures. In particular, basic and elegant European standards for cement EN197-1 is unsuitable for efficient use by concrete manufacturers, as well as EN206-1 is unsuitable for builders. The reason is that the developers of regulatory documents, while considering all the manufacturers' problems in detail, did not take into account construction and engineering properties of materials and consumer conditions. There are reasons to believe that, in spite of receiving funding from the manufacturers, developers deliberately did not include in the standards some important properties of materials and control methods. There are certain difficulties related to the national peculiarities of European Union member states and scientific terminology adopted there. For example, it is almost impossible for consumers to have a sample size to evaluate the quality of cement and concrete for the specific parcel of construction, even though the manufactu-

тями, що визначають довговічність конструкції. Так, наприклад, вже десятки років виробники цементу не гарантують і не хочуть брати на себе відповідальність за морозостійкість і корозійну стійкість в'язучого, без чого неможливо визначити гарантований термін експлуатації конструкції і клас будівлі чи споруди.

Європейські методи випробовувань цементу, які передбачають ближче до практики В/Ц = 0,5 та поліфракційний пісок, не обмежують при цьому нормальну густину цементного тіста. Та й поняття класу цементу і бетону без уточнення умов твердіння теж є недосконалим, адже показники міцності бетону при твердінні на повітрі чи у воді за температури, наприклад 10 °C або 20 °C, різні. До прикладу, замовляючи клас бетону C20/25, споживач сподівається отримати через 28 діб міцність 32,2 МПа. От тільки за температури 10 °C він отримає 24 МПа. До чого призводять такі маленькі «деталі» можна переконатись і на простому прикладі, коли при однаковому В/Ц, яке дорівнює 0,5, цемент з нормальною густиною цементного тіста, наприклад 25 % і 32 %, покажуть майже однакові результати міцності, хоча останній потребуватиме збільшення водопотреби бетонної суміші і, відповідно, витрати цементу на 10–15 % та ще й зниження морозостійкості, водонепроникності та корозійної стійкості бетону. Подібні недоліки є і в наших національних стандартах. До того ж, як національними, так і європейськими стандартами не передбачена чітка процедура рекламації матеріалів. Недостатність обсягу виборки та відсутність стандартної методики визначення морозостійкості і корозійної стійкості цементів та цих же властивостей у бетоні конструкції практично унеможливають експертну оцінку і рекламу цементів та бетонів споживачами. Водночас такі неімплементовані у стандартах методики вже багато років використовуються окремими підприємствами країн Євросоюзу та колишнього СРСР^{1,2}.

Серйозними перешкодами в актуалізації європейських норм є визначення основних понять і принципів розрахунків.

rer has it to the fullest extent. However, it is not expedient to rely on the manufacturer test results as they are not always objective, and the manufacturer is responsible for the construction in the end. The case regarding the properties that determine durability is similar, and even worse. For example, for decades cement manufacturers do not guarantee and do not want to take responsibility for frost and corrosion resistance of binder, without which it is not possible to establish a guaranteed structure lifetime and building or facility class.

European cement testing methods that involve variations of W/C = 0,5 and multifraction sand do not restrict standard density of the cement paste. And the notion of grade of cement and concrete is also imperfect without specifying hardening conditions, as indicators of concrete solidification on the air or under the water at different temperatures, such as 10 °C or 20 °C, are different. For example, ordering a concrete grade C20/25, consumer expects to have 32,2 MPa strength in 28 days. However, at a temperature of 10°C he would be surprised to see that it is 24 MPa. The consequences of such small «details» can be seen in the following example, when two cement types, at the same W/C = 0,5 with the standard cement paste density of 25 % and 32 %, show almost identical strength, although the latter will require consumer to increase water requirement of the concrete mix and, therefore, cement consumption by 10–15 %; frost resistance, water resistance and corrosion resistance of concrete will also be reduced. Such flaws are present in our national standards as well, but if we are to start improvements, we need to improve everything. Moreover, neither our national standards nor European ones provide a clear claim for replacement procedure. Insufficient sample size and lack of standard methods for determining frost and corrosion resistance of cement and the same properties of concrete make it almost impossible for consumers to give an expert review and lodge a claim for replacement. However, such methods, though not implemented in standards, exist and have been used by individual enterprises of EU and the former Soviet Union for many years^{1,2}.

1 Файнер М.Ш. Новые закономерности в бетоноведении и их практические приложения. – К.: «Наукова думка», 2012. – 472 с. M. Fauner. New trends in concrete technology and their practical application, Kyiv, Naukova Dumka, 2012, 472 pages.

2 Файнер М.Ш. Бетонні та армобетонні роботи. – Чернівці, ЧНУ. – 2012. – 308 с. M. Fauner. Concrete and reinforced concrete works, Chernivtsi, Chernivtsi National University, 2012, 308 pages.

Наприклад, у європейських стандартах на бетон широко застосовується визначення «характеристична (нормативна)» міцність бетону. Для Європи, де принципи і методика проектування конструкцій засновані на показниках циліндричної міцності зразків діаметром 15 см та висотою 30 см, це дійсно нормативна міцність. Для наших же спеціалістів, вихованих на методиці СНиП 2.03.01-84* «Бетонные и железобетонные конструкции», нормативні та розрахункові характеристики визначаються за показниками випробовування стандартних призм 15×15×60 см. Намагання у ДБН В.2.6-98:2009 ототожнити характеристичну міцність бетону на стиск і розтяг f_{ck} та f_{ctk} з $R_{b,ser}$ та $R_{bt,ser}$ у СНиП 2.03.01-84* призвело до серйозних помилок, так як в останньому (с. 75) ці позначення означають «расчетные сопротивления бетона сжатию и растяжению для предельных состояний первой и второй групп». А те, що розрахункові характеристики бетонів за єврономами та ДБН близькі за величинами пояснюється не подібністю методик, а тим, що відношення циліндричної міцності до кубікової становить 0,8–0,85, а призмової до кубікової – 0,75–0,8.

Як відомо, **основними вимогами до стандартів є наукова обґрунтованість, лаконічність, ясність і прозорість, відсутність двозначних понять, термінів і визначень та стимулювання виробників і споживачів.**

Поряд із науковою обґрунтованістю в європейських нормах, як побічне явище, зустрічаються багатослів'я, тавтологія, наукоподібність і зарозумілість. Наприклад, для поняття «клас цементу або бетону» достатньо було б формулювання «**Гарантована міцність стандартних зразків з 95 % довірчою вірогідністю**». А у деяких національних виданнях можна навіть зустріти такі некоректні визначення, як «мінімальна або середня характеристична міцність». То навіть заплутувати користувача терміном «характеристична (нормативна)»? До чого це призводить можна наочно переконатись на прикладі одного з основних національних стандартів ДСТУ Б В.2.7-215:2009 «Бетони. Правила підбору складу», розробленого головними організаціями Мінрегіону ДП НДІБК, НДІБМВ, НДІБВ та заводом ЗБК ім. С. Ковальської, серед авторів якого 5 докторів наук-професорів, які одночасно є розробниками національних видань EN206-1 та ДБН В.2.6-98.

Updating European regulations is significantly impeded by in the basic definitions and principles of calculations. For example, European standards for concrete widely use the definition of «characteristic (standard)» strength of concrete. For Europe, where the principles and methods of structure design are based on the cylinder strength parameters of samples with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm, it is really a standard strength. However, for our own specialists trained on the methodology of Construction Rules and Regulations СНиП 2.03.01-84*, «Concrete and Reinforced Concrete Structures», standard and design characteristics are determined by testing standard prisms of 15h×15×60 cm. Attempt of the State Construction Standards ДБН В2 6-98:2009 to equate the concrete strength and tensile strength f_{ck} and f_{ctk} with $R_{b,ser}$ and $R_{bt,ser}$ in СНиП 2.03.01-84* led to serious mistakes, as these designations in the latter (p. 75) mean «design resistance and tensile strength of concrete for the limiting conditions of first and second groups». And the similarity of concrete estimated characteristics in European standards and Ukrainian ДБН is not due to the similarity of methods, but due to the fact that the ratio of cylinder strength to cubic strength is 0,8–0,85, and the ratio of prism strength to cubic strength is 0,75–0,8.

It is commonly known that **the basic requirements for standards include scientific validity, conciseness, clarity and transparency, absence of ambiguous concepts, terms and definitions, and stimulation of producers and consumers.**

At the same time, along with scientific validity, European standards are often verbose, tautological, pseudo-scientific and dogmatic. For example, the concept of «grade of cement or concrete» could be sufficiently defined as «**guaranteed strength of standard samples with 95 % confidence coefficient**». But some national publications contain such inaccurate definitions as «minimum or average characteristic strength». What is the point of confusing users with the term «characteristic (standard)»? The consequences of this can be clearly seen in the example of one of the main State Standards of Ukraine ДСТУ Б В.2.7-215:2009 «Concretes. Rules of Selection of Composition» developed by major organizations of the Ministry of Regional Development, Construction, and Communal Living of Ukraine (Minregion), such as State Enterprise «State Research Institute of Building Constructions», Ukrainian Scientific-Research and Design Institute of Building Materials and Products, Scientific-Research Institute of Building Production, and famous Svetlana Kowalska Reinforced Concrete Structures Plant, with 5 Professors, Doctors of Science, who are also the developers of national publications EN206-1 and ДБН В.2.6-98.

Так за ДБН В.2.6-98 (табл. 3.1) середня міцність бетону ($f_{cm,cube}$) знаходиться за формулою:

$$f_{cm,cube} = f_{ck,cube} / (1 - 1,64v),$$

де $f_{ck,cube}$ – характеристична міцність(клас) бетону; v – коефіцієнт варіації, який дорівнює 0,135.

Але в Додатку А цього стандарту наводиться практичний приклад, в якому пропонується вирішення задачі проектування складу бетону класу C25/30 на цементі марки 400 і при цьому замість $f_{cm,cube} = 30 / (1 - 1,64 \times 0,135) = 38,5$ МПа приймається $f_{cm,cube} = 300$ кгс/см² (~30 МПа), що призводить у розрахунках до помилки визначення В/Ц замість 0,51 – 0,59 і фактичного зменшення витрати цементу з 333 до 288 кг/м³.

Якщо такі грубі помилки допускають доктори наук-професори та відомі виробничники (і автор не виняток), то чого чекати від пересічних інженерів та студентів (за такі помилки учень коледжу отримує двійку).

Викликають сумнів у EN206-1 запропоновані значення В/Ц, які не пов'язані з видом цементу (Додаток Е), недостатньо обґрунтовані й класи бетону за довговічністю. На наш погляд, цей Додаток повинен бути доповнений (орієнтовні рекомендації наведені в табл. 1).

Таблиця 1. Рекомендації щодо складу бетону залежно від класу середовища (доповнення) при застосуванні цементів із вмістом C₃A 6–8 % та вмістом емульсованого повітря до 4 %

Table 1. Recommendations for the composition of concrete depending on the medium (additive) grade when using cements containing 6–8 % C₃A and up to 4 % of emulsified air

	Клас впливу середовища експлуатації Operating environment impact grade																
	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	SD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Максимальне значення В/Ц Max. W/C value	0,6	0,55	0,5	0,45	0,45	0,40	0,35	0,45	0,4	0,35	0,5	0,45	0,4	0,35	0,45	0,4	0,35
Максимальний водовміст, кг/м ³ Max. water content, kg/m ³	190	185	180	170	170	165	160	170	165	160	180	170	165	160	170	165	160

Найбільше занепокоєння викликає догматизм теоретичних основ європейських (як і вітчизняних) стандартів на цемент і бетон із формальним використанням без відповідних обмежень відомого математичного апарату. В основу всіх розрахунків без обумовлених винятків покладена наукова гіпотеза випадковості виборки та закону нормального розподілу властивостей цементів і бетонів. Ніякого сумніву у переважній кількості випадків розподілу властивостей за нормальним законом немає, а вірогідність відхилення від нього малоймовірна. Але це гіпотеза, хоча й наукова, і не завжди відповідає практиці.

For instance, according to ДБН В.2.6-98 (Tab. 3.1), average concrete strength ($f_{cm, cube}$) is calculated by the formula:

$$f_{cm,cube} = f_{ck,cube} / (1 - 1,64v),$$

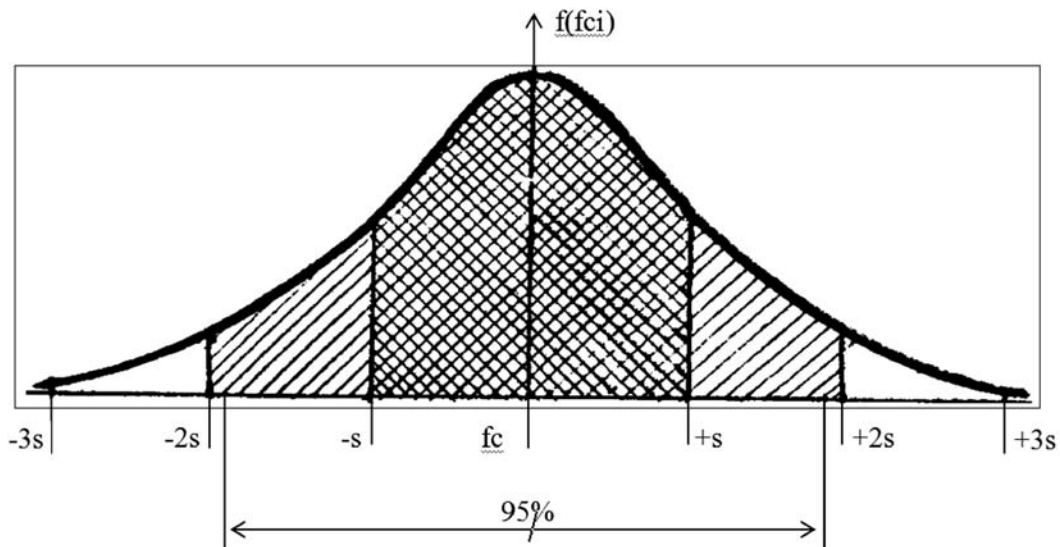
where $f_{ck,cube}$ is characteristic strength (grade) of concrete; v is variation coefficient equal to 0,135.

However, the Appendix A of this standard provides a practical example, which includes the solution for designing the concrete of C25/30 grade using cement of 400 grade, although instead of $f_{cm,cube} = 30 / (1 - 1,64 \times 0,135) = 38,5$ МПа, $f_{cm,cube} = 300$ kg/cm² (~30 МПа) is taken, which leads to an error in the calculation of W/C: 0,59 instead of 0,51, and decreases actual cement consumption from 333 to 288 kg/m³.

If Professors, Doctors of Science make such unfortunate serious errors (and the author is not an exception), what could we expect from engineers and students (college student would get an F for such errors).

The values of W/C not related to the type of cement proposed in EN206-1 (Appendix E) are also questionable; concrete durability grades are insufficiently justified. In our view, this Appendix should be amended (preliminary recommendations are given in Table 1).

The greatest concern is the dogmatism of theoretical foundations of European (and our) standards for cement and concrete with a formal use of the known body of mathematics without appropriate restrictions. All calculations without conditional exceptions are based on scientific hypothesis of sample randomness and the law of normal distribution of properties of cement and concrete. Most cases of distribution of properties according to the normal distribution law are not questioned, and deviations from this law are unlikely. But this is still a hypothesis, albeit scientific, and not always true when applied in practice.



Мал. 1. Розподіл властивостей цементів (або бетонів) за нормальним законом (крива Гаусса)

Fig. 1. Distribution of the cement (or concrete) properties acc. to the normal law (Gaussian curve)

Можна навести десятки прикладів, коли в умовах виробництва властивості високоякісної продукції не підпорядковуються закону нормального розподілу. Що робити у таких випадках – підлаштовувати виробництво до теоретичної кривої чи, навпаки, обумовити у стандарті певні ексцеси та відхилення? Очевидно друге найбільш реальне і відповідає потребам практики. З урахуванням цього зауваження, на наш погляд, показники гарантованого середнього властивості необхідно доповнити показниками бракувального мінімуму та коефіцієнта варіації. Хоча все це зовсім не виключає парадигму класів цементів і бетонів та стимулюючий ефект підвищення стабільності властивостей матеріалів. Розглянемо цю проблему детальніше.

Нормальний (Гауссовий) розподіл вірогідностей властивостей матеріалу випадкового значення fci для практичного користування визначається, як відомо (рис. 1), залежністю^{3,4}:

$$f(fci) = \frac{1}{s\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{fci-\bar{f}c}{s}\right)^2}, \quad (1)$$

де $f(fci)$ – ордината (вірогідність); fci – одиничний показник у межах виборки; $\bar{f}c$ – середнє значення виборки; s – середнє квадратичне відхилення показників виборки; $\pi = 3,14$, $e = 2,72$.

There are dozens of examples of properties of high quality products not complying with normal distribution law in production. How to deal with such cases: to adjust production to the theoretical curve, or, on the contrary, to include certain excesses and deviations in the standard? We believe that the latter is more practical solution that is appropriate to the production needs. In consideration of the foregoing, in our opinion, indicators of guaranteed process average quality should be supplemented by indicators of rejected minimum and variation coefficient. However, all this does not preclude frameworks of cement and concrete grades and stimulating effect of increase stability of material properties. Let's consider this issue in more detail.

As it is known, the normal (Gaussian) distribution of probabilities of random material properties fci for practical use is determined (Fig. 1) by the following dependence^{3,4}:

$$f(fci) = \frac{1}{s\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{fci-\bar{f}c}{s}\right)^2}, \quad (1)$$

where $f(fci)$ is an ordinate (probability); fci is a single value within the sample; $\bar{f}c$ is an average of the sample; s is a standard deviation of sample indicators; $\pi = 3,14$, $e = 2,72$.

3 Баженов Ю.М., Вознесенский В.А. Перспективы применения математических методов в технологии сборного железобетона. – М.: «Стройиздат», 1974. – 192 с.

Yu. Bazhenov, V. Voznesensky. Prospects of application of mathematical methods in precast reinforced concrete technology. Moscow, Stroyizdat, 1974, 192 pages.

4 Файнер М.Ш. Введение в математическое моделирование технологии бетона. – Львів.: «Світ», 1993. – 243 с.

M. Fauner. Introduction to the mathematical modeling of concrete technology, Lviv, Svit, 1993, 243 pages.

Форма кривої (крутість, пологість) та її розташування визначаються середньою величиною (у центрі розподілу) – f_c та середньоквадратичним відхиленням (s), яке знаходять за формулою (2)

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{ci} - \bar{f}_c)^2}{n-1}}, \quad (2)$$

де n – кількість значень у вибірці.

Розмах коливань, а відповідно властивостей, є показником стабільності. Величина середньоквадратичного відхилення вкладається здебільшого у межах $f_c \pm 3s$, але дуже часто доходить до 0,3 %. Для виробника цементу це, звичайно, дрібниця і ніяк не впливає на оцінку якості в'язучого, адже на 1 мільйон тонн виробленого цементу це всього 3 тис. тонн. Для споживача ж – це 7–10 тис. м³ бетону конструкцій мостових балок, плит, стояків ЛЕП, шпал тощо. І кожен з одиничних значень цих показників свого роду ціла сукупність для споживача цементу, який за умов неналежного вхідного контролю випустить браковану продукцію. Аналогічна ситуація і з бетоном. Виходить, що формальне застосування теоретичної кривої не зовсім відповідає потребам на практиці. Саме тому пропонується прописати у нормах на цемент і бетон просту і прозору процедуру рекламації за бракувальним мінімумом властивості у 90–95 % гарантованого середнього або у перерахунку на відповідний клас. Вимагає уточнення, на наш погляд, і значення t -критерію, тобто коефіцієнта забезпечення при односторонній оцінці – $t = 1,96$ чи $1,64$ як при розрахунку конструкцій.

У нормах на цемент і бетон, на наше переконання, мали б бути передбачені і маловірогідні, але реально можливі випадки відхилення властивостей від кривої нормального розподілу. Такі можливі реальні випадки під час виробництва цементів і бетонів наведені на рисунку 2.

Один із випадків можливий, наприклад, при штучному обмеженні потужності млина у разі виходу цементу підвищеної дисперсності, другий – при незначних перебоях у роботі випалювальної печі.

Не зайвим, на наш погляд, було б передбачити у EN197-1, EN196-1 та EN206-1 методики прискореної оцінки міцності цементів і бетонів. Адже прогнозовані значення цих показників вказуються у сертифікатах якості до випробовування матеріалів у проектному віці.

The shape of the curve (slope, flatness) and its location are determined by the average value (in the centre of distribution) f_c and standard deviation (s), which is calculated by the formula (2)

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{ci} - \bar{f}_c)^2}{n-1}}, \quad (2)$$

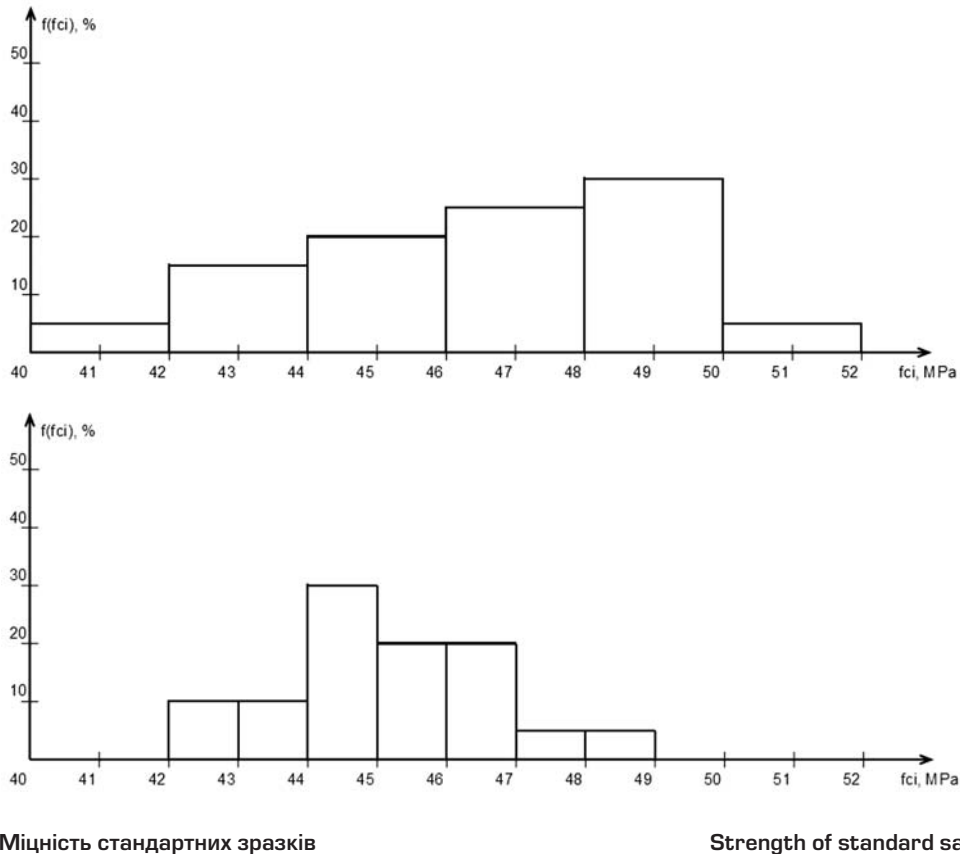
where n is the number of values in the sample.

Range of fluctuations and, therefore, of the properties is a measure of stability. For the most part (but not always), mean square deviation value is within $f_c \pm 3s$. However, the values beyond «the most part» often reach up to 0,3 %. For cement producer, it is, of course, a negligible value and does not affect the binder quality evaluation (yet it is also sometimes hidden) because it just makes 3,000 tons of produced cement out of one million. For consumers, however, it is 7–10 t. m³ of concrete structures of bridge beams, plates, power line risers, cross-sleepers, etc. And each of single values of these parameters is a whole set of a sort for cement consumer that may manufacture defective products under conditions of undue receipt control. The situation is similar for concrete as well. It turns out that the formal application of the theoretical curve does not meet the practical needs in full. That is why it is proposed to amend standards for cement and concrete with a simple and transparent detailed procedure for claim of replacement based on the defective minimum for properties at the rate of 90–95 % of guaranteed average, or in terms of the relevant class. In our view, the value of t -test, i.e. assurance factor for single-ended estimates, should be clarified: either $t = 1,96$ or $1,64$ as in calculations of structures.

In our opinion, standards for cement and concrete should take into account unlikely, but practically possible cases of deviations of properties from the normal distribution curve. Fig. 2 shows such cases possible in the production of cement and concrete.

One of the cases is possible, for example, when artificially restricting mill capacity in case of increased dispersion cement output. Second case is possible if kilns experience minor failures.

We believe that it would be expedient to amend EN197-1, EN196-1 and EN206-1 with a procedure for fast evaluation of cements and concrete strength. After all, predicted values of these parameters are specified in the certificates of quality for test materials in the design age.



Міцність стандартних зразків

Strength of standard samples

Рис. 2. Можливі варіанти гістограм розподілу міцності цементів (або бетонів)

Fig. 2. Possible histograms of cement (concrete) strength distribution

Якщо сама концепція класів у цілому вирішує проблему гарантії однорідності цементів і бетонів, примушуючи виробника підвищувати середню міцність (а, відповідно, і витрати) у разі нестабільності властивостей, то такий, не менш важливий показник як нормальна густина цементного тіста залишається поза увагою як виробника, так і споживача. Не зайвим було б і включення до переліку цементу класу CEM22,5 для низькоміцних бетонів (фундаменти, підготовка під підлогу і дорожнє покриття тощо).

На жаль, недостатній обсяг експериментальних досліджень не дозволяє автору пропонувати їх як показники для стандартів. Але як попередні значення вони можуть бути цікавими (табл. 2).

Для цементів, що використовуються для транспортних споруд та конструкцій, при проектуванні яких застосовується розрахунковий показник міцності бетону на розтяг, автор рекомендував би регламентувати і показник міцності цементу на розтяг при згині, наприклад, для цементу CEM32,5 при нормальній густині цементного тіста до 26 % – не менше 5,1 МПа, 42,5 – 5,8 МПа, 52,5 – 6,4 МПа.

While the concept of grades itself generally solves the problem of guaranteeing cement and concrete uniformity by forcing the manufacturer to increase the average strength (and, accordingly, the costs) in case of instability of properties, equally important indicator of normal paste density is ignored by both producers and consumers. It would also be reasonable to address the problem of cements for low-durability concretes (foundations, pre-processing for flooring and the road surfaces, etc.) by inclusion of CEM22.5 grade cement in the list.

Unfortunately, insufficient volume of experimental studies does not allow the author to offer them as indicators for standards. However, they may be of interest as preliminary values (Table 2).

For cement used for transport infrastructure facilities and structures, the design of which involve estimated indicator of tensile strength of concrete, the author would recommend to specify values for bending tensile strength indicator of cement as well, for example, the value of CEM 32.5 cement with standard density of the paste of 26 % should be at least 5,1 MPa, for 42,5 – 5,8 MPa, for 52,5 – 6,4 MPa.

Таблиця 2. Рекомендований орієнтовний взаємозв'язок гарантованих показників якості цементів за EN197-1

Table 2. Recommended preliminary relationship of guaranteed quality parameters of cements under EN197-1

Показники якості Quality indicators	Нормальна густина цементного тіста, % Standard density of cement paste, %	Середня міцність стандартних зразків f_c класу цементу, МПа Average strength of standard samples of f_c grade cements, MPa			
		22,5	32,5	42,5	52,5
Середня міцність, МПа, при коефіцієнті варіації 5 % при нормальній густині цементного тіста, % Average strength, MPa, with a variation coefficient of 5 % at standard density of paste, %	26	24	35	46	57
	28	25	36	47	59
	30	28	38	49	62
Average strength, MPa, with a variation coefficient of 5 % at standard density of paste, %	32	31	41	52	65
	34	35	45	56	69

Примітка. При коефіцієнті варіації, що відрізняється від 5 %, виконується відповідний перерахунок середньої міцності f_c .
Note. If the variation coefficient is different from 5 %, appropriate recalculation of the average strength f_c should be performed.

Такий підхід дозволив би не тільки розширити обґрунтовані обсяги застосування цементів, більш ефективно використовувати їх міцнісні характеристики, а й економічно стимулювати виробників до зменшення водопотреби цементів (наприклад, застосуванням пластифікуючих добавок). З іншої сторони, нестабільність властивостей цементу та підвищена його водопотреба компенсуються більш високими показниками гарантованої міцності в'язучого. Для споживачів цементу, які виробляють збірні конструкції, та тих, хто використовує бетонні суміші в зимових умовах, важливим показником якості є міцність цементу при пропарюванні. У додатках проекту національної редакції EN197-1 наводиться класифікація цементів за міцністю при пропарюванні, але вказані в ній показники не обґрунтовані експериментально і не пов'язані зі статистичними показниками міцності цементу.

Нарешті, споживача цементу цікавлять не стільки його клас, скільки такі показники отриманої партії (а може й машини), як вид, речовий склад, середня міцність, нормальна густина цементного тіста, тепловиділення (в окремих випадках), корозійна стійкість та морозостійкість, коефіцієнт варіації.

Щодо включення до європейських норм на цемент EN197-1 показників морозо- та корозійної стійкості, то, на наш погляд, технічних перешкод тут немає, адже є розроблена та широко випробована методика, яку треба тільки доповнити експериментальними даними щодо цементів, випробовуваних за EN196-1 при В/Ц = 0,5. На підставі неповних експериментальних даних випробовувань зразків, виготовлених за EN196-1, автор може надати тільки попередні дані вимог до морозостійкості (табл. 3) та корозійної стійкості (табл. 4) цементів.

Such an approach would not only expand the reasonable scopes of cement applications, and allow using their strength characteristics more efficiently, but also economically stimulate producers to reduce water requirement for cements (e.g. the use of plasticizing additives). On the other hand, the instability of the properties of cement and its high water requirement is offset by higher values of guaranteed strength of the binder. Strength of cement during steam curing is an important quality indicator for cement consumers – manufacturers of prefabricated structures and those using concrete mixtures in cold season. Appendices to the Ukrainian edition of EN197-1 include a classification of cements according to the strength during steam curing, but values there are not proven experimentally, nor are they related to the statistical values of the cement strength.

At the end of the day, consumers are interested not so much in the cement grade, rather than such values for a purchased lot (or a truck) as the type, material composition, average strength, standard density of the cement paste, heat emission (in some cases), corrosion and frost resistance, and variation coefficient.

Regarding the inclusion of indicators of frost and corrosion resistance in European standards for cement EN197-1, we believe that there are no technical obstacles to that, as there is a developed and extensively proven method, which should only be complemented with the experimental data on the cement tested under EN196-1 at W/C=0.5. Based on incomplete experimental data of testing samples produced under EN196-1, the author can only provide preliminary data for requirements for frost (Table 3) and corrosion resistance (Table 4) of cements.

Таблиця 3. Попередні орієнтовні рекомендації щодо вимог до морозостійкості цементів за EN197-1
Table 3. Preliminary tentative recommendations on the requirements for frost resistance of cement under EN197-1

Рекомендована марка цементу за морозостійкістю, F_c Recommended brand of cement acc. to frost resistance, F_c	Кількість циклів випробування у 5 % розчині NaCl, не менше Number of test cycles in 5 % NaCl solution, min.	Потенційні можливості для отримання морозостійкого бетону, цикли, F_c Potential for frost-resistant concrete production, cycles, F_c	
		Звичайного Standard	Дорожнього Pavement
50	10	50–75	–
100	25	100	–
150	50	150–200	100
200	75	300	150
300	100	500	200

Примітка. Зниження міцності зразків після повного циклу випробовувань не більше 10 % та маси – не більше 5 %.
Note. Reduction in strength after a full cycle of samples testing of no more than 10 % and reduction in weight of no more than 5 %.

Таблиця 4. Попередні орієнтовні рекомендації щодо вимог до корозійної стійкості цементів за EN197-1
Table 4. Preliminary tentative recommendations on the requirements for cement corrosion resistance under EN197-1

Марка цементу за корозійною стійкістю Brand of cement acc. to frost resistance	Показник сульфатостійкості для зразків, приготовлених за EN196-1 при випробуваннях у 10 % розчині Na_2SO_4 , через діб Sulfate resistance coefficient for samples prepared under EN196-1 when tested in a 10 % solution of Na_2SO_4 , in days		
	60	90	180
И 1	1	0,75	–
И 2	1	0,9	0,8
И 3	1	1	0,75

Примітка. Експериментальні дослідження дублювались при $W/C = 0,4$ за ГОСТ 310.4 у ХТУБА (д.т.н., проф. Чернявський Л.І.) та КНУБА (д.т.н., проф. Рунова Р.Ф.).
Note. Experimental research were duplicated at $W/C = 0,4$ under ГОСТ 310.4 in Kharkiv National University of Construction and Architecture (prof. L. Cherniavsky, D.Eng.Sc.) and Kyiv National University of Construction and Architecture (prof. R. Runova, D.Eng.Sc.).

Широка номенклатура (27 видів), передбачена EN197.1, – позитивний фактор стандарту. А якщо врахувати роботу ще над сімома, то можна вважати, що європейські норми охоплюють практично майже всі масові види цементів, які випускаються в Європі. Але не всі, і це відкриває можливості для подальшого доповнення та удосконалення. Крім того, нормами передбачений суттєвий ресурсозберігаючий потенціал, який полягає у широкій номенклатурі композиційних цементів із вмістом мінеральних добавок і наповнювачів до 95 %. Звичайно ж, виробники цементу скористаються таким резервом зменшення клінкерної складової, тим більше, що висока ефективність сепараторних млинів дозволяє це зробити, забезпечуючи високу тонкість помелу та міцність в'язучого. Але тут виникають два питання. Перше, як бути з підвищеною нормальною густиною цементного тіста, межі якої стандартом не регламентуються, та використанням таких цементів у армованих конструкціях. Адже лужне середовище у тілі бетону забезпечується в основному саме продуктами гідратації клінкерної складової, і зменшення її навіть до 150 kg/m^3 бетону знижує захисні властивості арматури. Саме тому, на наш погляд, впровадження європейських норм має

A wide range of cements (27 types) specified by EN197.1 is a benefit of the standard. And considering that the work is in progress regarding seven more, we can assume that European standards cover almost all types of cements mass-produced in Europe. Almost, but not all, which opens opportunities for further additions and improvements. On the upside, the standards provide a significant sustainable potential that lies in a wide range of composite cements containing mineral additives and fillers up to 95 %. Of course, the manufacturers take advantage of this margin of clinker content reduction, especially as the high efficiency of separator mills allows it by providing high grinding fineness and strength of the binder. But then two issues arise. Firstly, what to do with high standard density of the cement paste, the limits of which are not specified in the standard, as well as with the use of such cements for reinforced cement structures. Given that alkaline environment in the concrete body is provided mainly by resultants of clinker component hydration, reducing it even to 150 kg/m^3 of concrete threatens to reduce the protective properties of the reinforcement. That is why, in our view, European standards should be introduced systematically, with simultaneous publication of the document on the effective use of cements.

бути забезпеченим методично, з одночасним виданням документа щодо ефективного застосування цементів.

Окреме питання – заповнювачі і добавки. Тут є свої проблеми, пов'язані з гранулометричним складом заповнювачів та методикою оцінки ефективності добавок.

Звичайно, всі розглянуті неточності, помилки і прорахунки не можуть бути усунуті негайно, а пропозиції – реалізовані дуже швидко. Але виправити неточності в термінології, регламентувати нормальну густину цементного тіста та її зв'язок з міцністю цементу, встановити чітке поняття бракувального мінімуму та доповнити вимогами до міцності цементу при пропарюванні можливо протягом 4–6 місяців. За цей же період слід виконати титанічну роботу з просування розглянутих норм, включаючи тематичні навчання та видання відповідних методичних посібників. Робота ж, пов'язана з показниками морозо- та корозійної стійкості цементів, може бути виконана протягом 18–24 місяців.

ВИСНОВКИ

1. Європейські норми на цемент і бетон у цілому науково обґрунтовані, мають певні переваги над національними стандартами, а їх компетентне використання гарантує суттєвий економічний ефект виробникам і споживачам цементів та бетонів.

2. Водночас, ці норми не виконують функції діалогу між виробником та споживачем, а, скоріше, є монологіями виробників, які не у всьому дослухаються до вимог і потреб споживачів, що унеможлиблює, без відповідного уточнення (національних приміток), їх широке застосування у будівництві.

3. Для масового впровадження у будівництво пропонується протягом 4–6 місяців уточнити основні поняття, терміни та визначення, регламентувати нормальну густину цементного тіста та її зв'язок з показниками міцності цементів, встановити прозорі й прості показники бракувального мінімуму та достеменні вимоги до показників міцності цементів при пропарюванні, чітко прописати процедуру експертних оцінок та рекламацій продукції, а за 18–24 місяці – провести дослідження щодо вимог та методики визначення показників морозостійкості та корозійної стійкості, а також прискореної оцінки міцності цементів та бетонів.

A separate issue concerns fillers and additives. There are some problems associated with particle size distribution of the fillers and the method of evaluating effectiveness of the additives.

In our opinion, not all of considered inaccuracies, errors and failures require to be eliminated immediately and proposals to be implemented very quickly. However, 4–6 months would be enough to correct inaccuracies in terminology, specify standard density of the cement paste and its relation to the cement strength, give a clear definition of defective minimum, and add requirements for cement strength during steam curing. During the same period, it is likely that a titanic work needs to be done to promote considered standards for consumers, including thematic trainings and publication of relevant manuals. The work associated with indicators of frost and corrosion resistance of cements can be done in 18–24 months.

CONCLUSIONS

1. In general, European standards for cement and concrete are scientifically based, have certain advantages over national standards and their competent use promises substantial economic benefits for producers and consumers of cement and concrete.

2. However, these rules do not facilitate producer and consumer dialogue, but rather are monologues of the producers that do not always take into account the requirements and needs of consumers, rendering their widespread use in construction impossible without specifications (national notes).

3. We suggest that their wide-scale implementation in construction industry should be accompanied by 4-6 months period to clarify the basic concepts, terms, and definitions, specify standard density of the paste and its relation to indicators of cement strength, establish clear and simple indicators of defective minimum and proper requirements for indicators of cement strength during steam curing, defined process of expert evaluation and claims of replacement of products clearly. We also suggest conducting a study on the requirements and procedure of determination of frost and corrosion resistance, as well as fast evaluation of cement and concrete strength in 18-24 months.

4. Широке та ефективне застосування європейських норм неможливе без відповідного методичного забезпечення та масового перенавчання спеціалістів цементного та бетонного виробництв, проєктувальників залізобетонних конструкцій, працівників державних служб контролю.

5. З урахуванням розглянутих зауважень і пропозицій, широке впровадження у виробництво європейських норм на цемент, бетон та залізобетонні конструкції вбачається нам перспективним та економічно доцільним.

4. Widespread and effective application of European standards is impossible without the proper methodological support and massive retraining of specialists in cement and concrete industry, designers of concrete structures, workers of state control services.

5. Taking into account all comments and suggestions considered, we consider wide-scale implementation of European standards in the production of cement, concrete and reinforced concrete structures as promising and economically feasible.

Надійшла 08.10.2015 р. 

3 грудня 2015 р. у м. Кисві під егідою асоціації «Український Центр Сталевого Будівництва» відбулась IV Національна конференція

«ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ГАЛУЗІ СТАЛЕВОГО БУДІВНИЦТВА»

У роботі конференції взяли участь біля 200 представників провідних наукових і проєктних організацій, підприємств із виготовлення будівельних металевих конструкцій, спеціалізованих монтажних організацій, а також постачальників різноманітної металопродукції на вітчизняний будівельний ринок.

Фахівці Міністерства економічного розвитку і торгівлі України, а також Мінрегіону України проінформували учасників конференції щодо головних заходів із державної підтримки експорту продукції вітчизняних виробників металевих конструкцій для об'єктів будівництва.

У переліку головних тем, що були на конференції предметом прискіпливого та професійного обговорення, – підсумки діяльності галузі металобудівництва в 2015 році та перспективи розвитку у найближчому майбутньому, розроблення та впровадження заходів із освоєння нових ринків для вітчизняних виробників у Європі та країнах СНД, впровадження європейських норм та стандартів, підвищення якості металопродукції, що виготовляється, та покращення системи підготовки кадрів.



Керівники провідних та успішних вітчизняних і закордонних будівельних фірм та підприємств поділилися із учасниками конференції набутим досвідом ефектної експертної діяльності щодо збільшення обсягів постачання своєї продукції та послуг на закордонні ринки.

Учасники конференції мали можливість ознайомитись із розробками, що стали переможцями Національного архітектурного студентського конкурсу «STEEL FREEDOM 2015».